



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

REC'D 30 JUN 2004

WIPO

PCT

IB/2004/051029
PHAT030037

IB04/051029

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03101954.0 ✓

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE,
LA HAYE, LE

15/07/03



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: 03101954.0 ✓
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 30/06/03 ✓
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:	Tag:	Aktenzeichen:
State:	Date:	File no.
Pays:	Date:	Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BG/BE/CH/CY/CZ/DE/DK/EE/ES/FI/FR/GB/GR/HU/IE/IT/LI/LU/MC/
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms

5

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms, welche Einrichtung eine Kammer aufweist, welche Kammer einander gegenüberliegende Kammerwände und zumindest eine Mediumöffnung für den Mediumstrom aufweist und mit einem Membranmittel ausgerüstet ist, welches Membranmittel zum Erzeugen des
10 Mediumstroms vorgesehen und ausgebildet ist.

Eine derartige Einrichtung in Form einer Pumpe ist aus dem Patentedokument US 2002/0146333 A bekannt, welche Pumpe zum Erzeugen eines gepumpten
15 Mediumstroms vorgesehen ist und bei der durch eine entsprechend einer laufenden Welle oder Wanderwelle verformte Membran ein flüssiges Medium von einer Seite der Kammer zur anderen Seite der Kammer transportiert wird. Bei dieser bekannten Einrichtung hat die an ihren beiden Enden befestigte, lose, verformbare Membran einen definierten Dickenverlauf, und das flüssige Medium wird von jenem Endbereich der Kammer, wo die
20 Membran eine größere Dicke aufweist und beispielsweise mit Hilfe z.B. eines Piezoelements oder eines Magnetsystems zu einer wellenförmigen Schwingung angeregt wird, zum gegenüberliegenden Ende der Kammer transportiert, wo die Membran ihre geringste Dicke hat. Die in der Membran angeregte Welle entspricht einer Eigenmode der Membran, ist also keine erzwungene Schwingung mit einstellbarer Lauf-Geschwindigkeit und einstellbarer Frequenz. Ein solches Anregen der Membran erfolgt wie erwähnt am
25 zulaufseitigen Ende der Membran, und zum Erzeugen der laufenden Welle ist eine starke Dämpfung zufolge der transportierten Flüssigkeit wesentlich; die Anregungsfrequenz ist niedrig zu halten, etwa im Bereich von 40 Hz bis 80 Hz, um einen effizienten Flüssigkeitstransport zu erzielen. Bei dieser bekannten Einrichtung ist es zum einen
30 schwierig, unterschiedliche Fördermengen über einen größeren Variationsbereich zu ermöglichen, und andererseits ist auch eine Miniaturisierung nicht erzielbar. Überdies eignet sich die bekannte Einrichtung nicht für ein effizientes Fördern von gasförmigen

Medien, da dann die für die Eigenresonanz-Schwingung der Membran erforderliche Dämpfung fehlt.

Miniaturisierte Fördereinrichtungen für gasförmige Medien können jedoch in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen, vor allem wenn sie ein genaues Dosieren beziehungsweise ein exaktes Einstellen und rasches Umstellen der Fördermengen zulassen, wie etwa im Fall eines Abgebens von Geruchsstoffen. Es besteht somit hier ein Bedarf an der Schaffung einer Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms, insbesondere um gasförmige Medien in genau dosierten Mengen transportieren und abgeben zu können, wobei diese Einrichtung überdies in einer miniaturisierten Bauform realisiert werden können soll.

Es ist andererseits beispielsweise aus dem Patentdokument DE 40 41 544 A bekannt, bei einem elektrostatischen Lautsprecher mit einer Anzahl an Festelektroden eine Membran mäanderförmig hin und her gehend um die Anzahl von Festelektroden herumzuführen, um so eine größere aktive Oberfläche und dadurch eine größere schwingende Fläche pro Flächeneinheit des Lautsprechers zu erzielen. Einzelne, durch die mäanderförmige Anordnung der Membran sich ergebende Membranabschnitte sind dabei wie bei herkömmlichen elektrostatischen Lautsprechern gespannt und befinden sich in Kammern, die durch jeweilige gegenüberliegende Kammerwände gebildet sind und eine Schallaustrittsöffnung aufweisen. Trotz der mäanderförmigen Anordnung der Membran wird das verdrängbare Luftvolumen verglichen mit einer einzelnen, gleich großen Membran kaum erhöht, so dass auch der Schalldruck vergleichsweise niedrig bleibt. Vor allem erreicht das Verhältnis von verdrängbarem Luftvolumen zu gesamtem Produktvolumen nur relativ geringe Werte. Diese bekannte Konstruktion ist weiters einer Miniaturisierung nicht zugänglich, und eine Verbesserung des Verhältnisses zwischen dem verdrängten Luftvolumen der schwingenden Membran und dem Gesamtvolumen wäre weiterhin notwendig. Des weiteren ist eine hohe Offset-Spannung nötig, und ohne Offset-Spannung ist ein Betrieb des Lautsprechers mit den gewünschten Parametern nicht möglich.

Im Fall von als Lautsprecher fungierenden Einrichtungen zum Erzeugen eines Mediumstroms besteht somit ein Bedarf an einer Ausführung, bei der ein hohes Nutzvolumen (d.h. ein hohes Volumen an durch die Membran bewegter Luft) im Verhältnis zum für die Bauweise benötigten Gesamtvolumen der Einrichtung erzielt wird,

weilers ist eine modulare Bauweise ohne Leistungsverlust wünschenswert, ebenso wie eine Miniaturisierung der Einrichtung.

5 Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms wie eingangs angeführt vorzusehen, bei welcher Einrichtung ein Mediumstrom mit genau definierbarer und rasch verstellbarer Dosierung erzeugt werden kann, wobei beliebige Frequenzen für die Verformung der Membran möglich sein sollen; auch soll die Einrichtung mit wenigen Komponenten aufgebaut werden können, und sie
10 soll in miniaturisierter Bauweise, z.B. als Lautsprecher für Mobiltelefon-Handgeräte, eingesetzt werden können.

Die Erfindung sieht somit gemäß einem Hauptaspekt eine Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms vor, die auf die nachfolgend angegebene Weise charakterisierbar ist, nämlich:

15 Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms, welche Einrichtung eine Kammer aufweist, welche Kammer einander gegenüberliegende Kammerwände und zumindest eine Mediumöffnung für den Mediumstrom aufweist und mit einem Membranmittel ausgerüstet ist, welches Membranmittel zum Erzeugen des Mediumstroms vorgesehen und ausgebildet ist und welches Membranmittel in einem inaktiven
20 Betriebszustand der Einrichtung im Wesentlichen ungespannt in der Kammer zwischen den Kammerwänden angeordnet ist und welchem Membranmittel auf elektrische Antriebssignale ansprechende Antriebsmittel zum Antreiben des Membranmittels unter dessen Verformung zugeordnet sind, wobei die Antriebsmittel dazu eingerichtet sind, dem Membranmittel in einem aktivem Betriebszustand der Einrichtung eine Verformung
25 aufzuzwingen, bei welcher Verformung die Membranmittel eine innere mechanische Spannung aufweisen.

Bei der Einrichtung gemäß der Erfindung besteht der große Vorteil, dass die Antriebsmittel zum Antreiben des Membranmittels bevorzugt über im Wesentlichen die gesamte (wirksame) Länge des Membranmittels und/oder der Kammer vorgesehen
30 beziehungsweise wirksam sind.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung wird in einem aktiven Betriebszustand das Membranmittel beziehungsweise die Membran somit nicht (oder nicht

notwendigerweise) in einer Eigenmode betrieben, und ein Anregen beziehungsweise das Antreiben der Membran kann über die gesamte Membranfläche erfolgen, wobei ein vergleichsweise gleichförmiges Verhalten erzielbar ist. Das Antreiben des Membranmittels erfolgt derart, dass ein Verformen des Membranmittels herbeigeführt wird, wobei dann das

5 Membranmittel eine innere mechanische Spannung aufweist beziehungsweise ausbildet und so dem Membranmittel eine mechanische Festigkeit gegeben ist und dadurch das Erzeugen des Mediumstromes ermöglicht wird.

Die Einrichtung ist ohne weiteres integrierbar, d.h. einer Miniaturisierung zugänglich, ohne Leistungsverluste hinnehmen zu müssen. Im Fall der Ausbildung als

10 Lautsprecher ist es demgemäß möglich, Lautsprecher ohne Leistungsverlust bezogen auf die Fläche aus einzelnen kleinen Modulen zu realisieren; andererseits können im Fall von miniaturisierten Lautsprechern Schalldrücke erzielt werden, wie sie im Stand der Technik nur für größere Lautsprecher möglich sind. Im Fall der Realisierung von Pumpen durch die erfindungsgemäße Einrichtung können äußerst fein justierbare Pumpen, insbesondere für

15 Gase erhalten werden, sowie im Prinzip auch für Flüssigkeiten. Derartige Pumpen beziehungsweise Pumpeneinrichtungen eignen sich in weiterer Folge insbesondere zum Abgeben von genau dosierten kleinen Mengen von Geruchsstoffen oder dergleichen.

Wenn mit der vorliegenden erfindungsgemäßen Einrichtung, wie dies insbesondere bevorzugt wird, ein Lautsprecher realisiert wird, so stellt die in einem

20 inaktiven Betriebszustand der Einrichtung vorgesehene lose oder „schlaffe“ Membran eine völlige Abkehr von allen bisherigen Lautsprechersystemen dar, bei denen die Membran, auch wenn sie gegebenenfalls hin und her geführt wurde, mechanisch gespannt war, und zwar sowohl in einem aktiven als auch inaktiven Betriebszustand des Lautsprechersystems. Durch die erfindungsgemäße Einrichtung mit dem Membranmittel beziehungsweise der

25 Membran und deren hohen Verformungsgrad kann jedoch im Vergleich zu den herkömmlichen Lautsprechern ein großes Luftvolumen bewegt werden, so dass ein extrem hohes Nutzvolumen, bezogen auf das Bauvolumen des Lautsprechers, erzielt werden kann. Bei herkömmlichen elektrodynamischen oder elektrostatischen Lautsprechersystemen, die durchwegs auf Resonanz beruhen, liegt das Verhältnis von Nutzvolumen zu

30 Gesamtvolumen regelmäßig unter 10% - insbesondere bei ca. 7%. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist jedoch ein Nutzvolumen (bezogen auf das Gesamtvolumen) von 70%, 80% oder sogar 90% (also um einen Faktor 10 höher) erzielbar.

Das Membranmittel kann sich dabei an die Kammerwände anlegen, wobei dann je nach Ausführung eine dünne Isolationsschicht an den Kammerwänden vorzusehen ist, welche Kammerwände zumindest abschnittsweise als Elektroden fungieren können, oder die Isolationsschicht am Membranmittel selbst vorzusehen ist. Es ist weiters denkbar, ein mit
5 einer elektrischen Ladung versehenes Membranmittel vorzusehen, um das Antriebssystem zu realisieren, wobei die elektrische Ladung des Membranmittels über Jahre hinweg ohne wesentliche Verluste beibehalten wird (derartige mit elektrischer Ladung versehene Folien sind an sich bereits Stand der Technik). Eine andere Möglichkeit für die Ausbildung des Membranmittels besteht darin, an dem Membranmittel abschnittsweise piezoelektrische
10 Abschnitte oder Beschichtungen vorzusehen, die voneinander elektrisch getrennt sind und bei Anlegen entsprechender elektrischer Spannungen mechanische Kräfte zwecks Verformung des Membranmittels ausüben. Für das Membranmittel kann eine Metallfolie verwendet werden, an die eine elektrische Spannung relativ zu im Bereich der Kammerwände vorgesehenen Elektroden angelegt wird, so dass sich das Membranmittel
15 im wechselnden Feld zwischen den Elektroden verformt und dadurch die innere mechanische Spannung erhält. Weiters ist für die Realisierung des Membranmittels eine Folie aus einem Dielektrikum denkbar.

Das Membranmittel kann mit zwei voneinander beabstandeten Endbereichen in der Kammer fixiert sein, wobei das Membranmittel zwischen diesen Endbereichen eine
20 wie vorstehend angesprochene lose oder schlaaffe Gestalt hat und dann im aktiven Betriebszustand zwecks Verschieben eines großen Mediumvolumens verformbar ist und eine innere mechanische Spannung aufbaut.

Um den Antrieb, d.h. die elektromechanischen Antriebs- beziehungsweise Anregungsmittel, für das Membranmittel zum gewünschten Verformen des
25 Membranmittels zu unterstützen, kann am Membranmittel endseitig ein elektromechanisches Antriebselement zusätzlich angreifen, wie insbesondere ein piezomechanisches Antriebselement, welches das Erzeugen einer Wanderwelle im Membranmittel mit Hilfe von an dem Membranmittel und/oder von an den Kammerwänden angebrachten Elektroden unterstützt.

30 Die Kammer kann kanalförmig, d.h. im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet sein, wobei im Bereich der einander gegenüberliegenden Stirnwände Öffnungen für das verschobene Medium, insbesondere gasförmige Medium, vorgesehen

werden. Das Membranmittel weist weiters, wie dies besonders bevorzugt wird, eine im Wesentlichen konstante Dicke über seine Länge auf, wodurch unter anderem der Vorteil einer vergleichsweise einfachen Herstellung erzielt wird.

- Wie bereits erwähnt ist bei der erfindungsgemäßen Einrichtung mit Vorteil
- 5 vorgesehen, dass das Membranmittel, durch entsprechendes Ansteuern der Antriebsmittel, im Betrieb eine Verformung entsprechend einer laufenden Welle oder Wanderwelle erfährt; es ist jedoch denkbar, das Membranmittel mit seinen Endbereichen an den einander gegenüberliegenden Kammerwänden zu fixieren und dazwischen derart anzuordnen, dass sich ein im Betrieb beziehungsweise im aktiven Betriebszustand wandernder
- 10 Übergangsabschnitt im Wesentlichen zwischen den einander gegenüberliegenden Kammerwänden mehr oder weniger rechtwinkelig oder leicht schräg zu den Kammerwänden erstreckt. Dieser sich von der einen Kammerwand zur anderen erstreckende Übergangsabschnitt wird mit Hilfe der entsprechend ausgelegten Antriebsmittel kontinuierlich zwischen den beiden Enden beziehungsweise der zumindest
- 15 einen Mediumöffnung der Kammer hin und her verschoben. Die Kammer bildet auch in diesem Fall bevorzugt einen im Querschnitt rechteckigen, insgesamt quaderförmigen Kanal. Wegen der hin und her gehenden Verschiebung von Volumina eignet sich diese Ausführungsform allerdings nicht als Pumpe, wohl aber sehr gut als Schallerzeuger (Lautsprecher), wobei ein vergleichsweise großes Luftvolumen hin und her verschoben
- 20 wird. Da der Schalldruck ungefähr proportional zum verschobenen Luftvolumen ist, kann ein wesentlich verkleinerter Lautsprecher ohne Leistungsverlust, insbesondere aus einzelnen kleinen Modulen aufgebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass sich bei derzeitigen miniaturisierten Lautsprechern, bei denen nur sehr kleine Luftvolumina verdrängt werden können, eine minimale Lautstärke ergibt, so dass diese kleinen
- 25 Lautsprecher nur am beziehungsweise im Ohr angewendet werden. Bei der vorliegenden erfindungsgemäßen Einrichtung werden wie erwähnt vergleichsweise 10 mal so große Luftvolumina verschoben, d.h. das Verhältnis vom verschobenen Luftvolumen zum Gesamtvolumen des Bauteils wird wesentlich vergrößert, so dass Anwendungen von vergleichbar kleinen Lautsprechern vom Ohr entfernt beziehungsweise bei vorgegebenen
- 30 Lautstärken wesentlich kleinere Baugrößen ermöglicht werden.

Ein noch etwas besseres Verhältnis von verschobenem Luftvolumen zum Gesamtvolumen lässt sich im Fall der vorstehend angeführten Wanderwellen-

Ausführungsvariante erzielen, bei der das Membranmittel wie erwähnt entsprechend einer laufenden Welle - deren Frequenz im Ultraschallbereich liegen kann - verformt wird. Bei dieser Wanderwellen-Membran wird zumindest ein voller Wellenzug des ausgelenkten Membranmittels vorgesehen, bevorzugt kann das Membranmittel jedoch entsprechend
5 einem längeren Wellenzug verformt werden, etwa entsprechend $1 \frac{1}{2}$ oder 2 Wellenlängen. Auch hier kann das Membranmittel durch verschiedene Antriebs-Quellen zu wellenförmigen Auslenkungen mit vorgebbarer Frequenz angeregt werden, wobei die Auslenkungen des Membranmittels eine laufende Welle ergeben. Durch die laufende Welle des Membranmittels wird ein in der Zeit variierender Luftstrom in einer Richtung ähnlich
10 einer „Luftpumpe“ erzeugt, wobei gegebenenfalls eine Glättung eingebaut werden kann; die Stärke beziehungsweise die Amplitude des Luftstroms kann durch die Geschwindigkeit der Wanderwelle, also durch die Frequenz der Pulse bei pulsformiger Anregung der Wanderwelle, variiert werden. Im Grenzfall mit einem einzelnen Wellenzug kann genau genommen nicht mehr von einer laufenden Welle gesprochen werden, die Verformung des
15 Membranmittels reduziert sich im Wesentlichen auf eine Schwingung mit einem hohen Anteil einer zweiten harmonischen und einer fixen Phasenbeziehung zueinander.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten
20 Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen noch weiter erläutert.

Die Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms in Form eines Lautsprechers, wobei zwei Endstellungen des Membranmittels relativ zu zwei einander gegenüberliegenden Kammerwänden
25 veranschaulicht sind.

Fig. 2 veranschaulicht in einer vergleichbaren Längsschnittdarstellung eine ähnliche Lautsprecher-Einrichtung, jedoch mit gegenüber Fig. 1 modifizierten Antriebsmitteln, wobei überdies eine Zwischenstellung des Membranmittels im Betrieb gezeigt ist.

30 Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform der vorliegenden Einrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms, welche auf dem Prinzip einer erzwungenen laufenden Welle beruht und sowohl als Lautsprecher als auch als Pumpe eingesetzt werden kann.

Fig. 4 zeigt in einer vergleichbaren schematischen Längsschnittdarstellung eine ähnliche Einrichtung mit Wanderwellen-Membranmittel, jedoch mit modifizierten Antriebsmitteln.

Fig. 5 veranschaulicht schematisch und ausschnittsweise ein Membranmittel mit Piezomaterial-Schichten.

Die Figuren 6 bis 9 zeigen eine weitere Einrichtung von der Art wie in Fig. 3 und 4 gezeigt, jedoch mit einem Membranmittel, bei dem nur mehr ein einziger Wellenzug ausgebildet wird, wobei das Membranmittel zu verschiedenen Zeitpunkten, d.h. bei verschiedenen Verformungszuständen, gezeigt ist.

Fig. 10 veranschaulicht ein Diagramm der an die Membran-Antriebsmittel anzulegenden Signalimpulse und des sich ergebenden Schallsignals im Fall der Ausbildung der Einrichtung etwa gemäß Fig. 3 oder 4 als Lautsprecher.

Fig. 11 zeigt ein Blockschaltbild für die Ansteuerung einer solchen Einrichtung (gemäß Fig.10).

In Fig. 1 ist schematisch das Bauprinzip einer Einrichtung 1 zum Erzeugen eines Mediumstroms veranschaulicht, wobei zwischen zwei einander gegenüberliegenden Kammerwänden 2, 3, die zusammen mit zwei nicht näher veranschaulichten Seitenwänden, die die Kammerwände 2, 3 seitlich verbinden (d.h. parallel zur Zeichenebene verlaufen), eine durch einen Kanal 4 gebildete Kammer für den Mediumstrom definieren, ein Membranmittel 5 angeordnet ist. Dieses Membranmittel 5, nachstehend kurz Membran 5 genannt, ist mit einem hinteren Endbereich 5.1 an der gemäß der Darstellung in Fig. 1 unteren Kammerwand 3 und mit dem gegenüberliegenden anderen, vorderen Endbereich 5.2 an der anderen, oberen Kammerwand 2 befestigt, so dass die beiden Befestigungsbereiche bezogen auf den quaderförmigen Kanal 4 einander diametral gegenüberliegen. Die Membran 5 ist weiters gegenüber den Kammerwänden 2, 3 elektrisch isoliert, und es sind allgemein elektromechanische Antriebsmittel 6 zum Anregen der Membran 5 vorgesehen. Anders als bei herkömmlichen Lautsprechern, wie etwa dynamischen Lautsprechern oder elektrostatischen Lautsprechern, ist die Membran 5 bei der vorliegenden Einrichtung 1 trotz der befestigten Endbereiche 5.1 und 5.2 nicht gespannt, sondern ist in einem inaktiven Betriebszustand der Einrichtung 1 lose oder

schlaff in der durch den Kanal 4 gebildeten Kammer angeordnet.

Gemäß Fig. 1 umfassen die Antriebsmittel 6 eine Steuersignalquelle 7, von welcher Steuersignalquelle 7 in einem aktiven Zustand der Einrichtung 1 ein elektrisches Steuersignal (oder mehrere Steuersignale) entsprechend dem jeweiligen zu erzeugenden Schall an die Membran 5 und/oder an durch die Kammerwände 2, 3 gebildete Elektroden angelegt wird (beziehungsweise werden). Die Membran 5 besteht beispielsweise aus einer dünnen Metallfolie, mit einer Dicke im Mikrometerbereich bis Nanometerbereich. Eine dielektrische Folie oder eine Folie aus dotiertem Silizium-Material oder dergl. wäre ebenfalls denkbar. Die einander gegenüberliegenden Kammerwände 2, 3 liegen gemäß Fig. 1 konkret auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen, was in Fig. 1 mit den Symbolen „+“ beziehungsweise mit einem Erdungssymbol angedeutet ist, und der Membran 5 wird die Signalspannung zugeführt. Je nach der an der Membran 5 anliegenden Spannung, wie von der Steuersignalquelle 7 zugeführt, wird die Membran 5 zur einen Kammerwand 2 beziehungsweise 3 hingezogen und von der jeweils anderen Kammerwand 3 beziehungsweise 2 abgestoßen, wodurch ein Verformen der Membran 5 gemäß den Gesetzmäßigkeiten der Elektrostatik auftritt. Bei einer Verformung der Membran 5 etwa wie aus Fig. 1 ersichtlich, nämlich aus der mit vollen Linien gezeichneten Lage in die mit strichlierten Linien gezeichneten Lage, wird ein Luftvolumen 8 verdrängt und in Richtung des Pfeiles 9 bewegt. Bei einer dann erfolgenden Verformung zurück in die mit vollen Linien gezeichneten Lage dreht sich die Richtung der Verdrängung des Luftvolumens bei dieser Ausführungsform der Einrichtung 1 wieder um. Ein solches Verformen der Membran 5 und damit Erzeugen eines hin und her bewegten Mediumstroms (Gasvolumens) erfolgt unabhängig von der Eigenresonanz der Membran 5, jedoch in Entsprechung zum von der Steuersignalquelle 7 angelegten Signal. Jener Teil der Membran 5, der sich jeweils zwischen den beiden einander gegenüberliegenden Kammerwänden 2, 3 erstreckt, kann als Übergangsabschnitt 10 bezeichnet werden, und dieser Übergangsabschnitt 10 wird entsprechend der aufgeprägten Membranverformung in Richtung des Pfeiles 9 von hinten nach vorne und dann entgegen der Pfeilrichtung zurück verschoben, vgl. auch die Zwischenlage des Übergangsabschnitts 10 in der Darstellung gemäß Fig. 2. Durch dieses Verschieben des Übergangsabschnitts 10 der Membran 5 wird das jeweilige Luftvolumen auf einer Seite der Membran 5 aus dem Kanal 4 (an dessen einer Stirnseite) hinausgedrückt, auf der anderen Seite jedoch angesaugt. Auf diese Weise

- wird wie vorstehend erwähnt ein Luftvolumen in Richtung des Pfeiles 9 oder in der Gegenrichtung verschoben, und bei entsprechend raschen Verschiebungsvorgängen, mit entsprechenden, von der Steuersignalquelle 7 an die Elektroden abgegebenen wechselnden elektrischen Spannungen, werden entsprechende Schallwellen abgestrahlt. Das maximal
- 5 verschiebbare Luftvolumen wird durch die beiden in Fig. 1 ersichtlichen Extremlagen der Membran 5, also insbesondere zwischen den beiden extremen Lagen des Übergangsabschnitts 10, definiert. Anders als bei einem dynamischen Lautsprecher ist es jedoch bei der gezeigten Einrichtung 1 möglich, dass das maximal verschiebbare Luftvolumen und damit der Schalldruck der erzeugten Schallwelle pro Flächeneinheit des
- 10 Lautsprechers nur von der Länge d des Luftkanals, d.h. des Kanals 4, abhängt und nicht von den beiden anderen Dimensionen des Lautsprechers, d.h. von der Abmessung in Querrichtung zur Zeichenebene in Fig. 1 beziehungsweise vom Abstand zwischen den beiden Kammerwänden 2, 3. Auf diese Weise kann ein modulares Bauprinzip für den Lautsprecher verwirklicht werden, bei dem je nach gewünschter Lautstärke mehrere
- 15 Module entsprechend Fig. 1 nebeneinander, also parallel zur Zeichenebene, und übereinander beziehungsweise untereinander angeordnet und parallel angesteuert werden. Eine solche Anordnung mehrerer Module ergibt dann eine mosaikartige Fläche in Bezug auf die Schallaustrittsöffnungen, wobei die mosaikartige Fläche annähernd beliebige geometrische Flächen aufweisen kann, beispielsweise Kreis-, Dreiecks-, Rechtecksflächen.
- 20 oder unregelmäßige Flächen. Die Module können weiters versetzt zueinander angeordnet sein, wodurch sich eine gebirgsförmige Ausbildung der erhaltenen Anordnung ergeben kann. Derartige Anordnungen sind vorteilhaft, wenn bei einem Einsatz als Lautsprecher in einem Gerät nur begrenzte Flächen oder Volumina zur Verfügung stehen, wie beispielsweise bei Mobiltelefonen oder dergleichen.
- 25 Da sich im Betrieb die Membran 5 an die Kammerwände 2, 3 anlegt, ist zwischen diesen Bauteilen eine elektrische Isolierung erforderlich, die beispielsweise durch eine isolierende Beschichtung der Kammerwände 2, 3 realisiert werden kann, was jedoch in Fig. 1 der Einfachheit halber nur schematisch bei der oberen Kammerwand 2 mit einer Isolierung 11 angedeutet ist. Eine entsprechende Isolierung kann jedoch auch an der
- 30 Membran 5 selbst angebracht werden.

Um eventuellen zwischen der Membran 5 und der Isolierung 11 auftretenden physikalischen Kräften (beispielsweise Van-der-Waals-Kräfte) entgegen zu wirken, kann

die Membran 5 und/oder die Isolierung 11 eine raue beziehungsweise strukturierte Oberfläche aufweisen.

Weiters sind in Fig. 1 Montagemittel 12 angedeutet, welche Montagemittel 12 die die einander gegenüberliegenden Kammerwände 2, 3 (sowie auch die nicht ersichtlichen Seitenwände) tragen, und die vor allem eine akustische Trennung von „Vorderseite“ und „Rückseite“ des Lautsprechers bewirken sollen.

In Fig. 2 ist in vergleichbarer schematischer Darstellung eine ganz ähnliche Einrichtung 1 zum Erzeugen von Schall mittels einer schlaffen Membran 5 gezeigt, wobei die Membran 5 wiederum am hinteren Ende der unteren Kammerwand 3 und am vorderen Ende der oberen, der Kammerwand 3 gegenüberliegenden Kammerwand 2 gehalten ist, so dass sich ein im Betrieb wandernder Übergangsabschnitt 10 zwischen den beiden Kammerwänden 2, 3 bildet. Dieser Übergangsabschnitt 10 der Membran 5 befindet sich in der Darstellung von Fig. 2 bereits in einer Zwischenlage, verglichen mit den beiden aus Fig. 1 ersichtlichen Endlagen, und er ist in Fig. 2 mit strichlierten Linien in einer weiteren Zwischenlage veranschaulicht.

Anders als in Fig. 1 sind in diesem Fall die Antriebsmittel 6 dadurch realisiert, dass an den beiden Kammerwänden 2, 3 Elektroden 2.1, 2.2, 2.3... beziehungsweise 3.1, 3.2, 3.3... (nicht einschränkend sind jeweils nur drei Elektroden dargestellt) angebracht sind, wobei die beiden Kammerwände 2, 3 im Übrigen als Isolator ausgebildet sind. Die Membran 5 besteht beispielsweise wiederum aus einem dünnen leitenden Material, nämlich einer dünnen Metallfolie. Es sei erwähnt, dass die Membran 5 aus einer dünnen dotierten Siliziumfolie, gegebenenfalls auch aus einem dünnen dielektrischen Material mit einer daran angebrachten elektrischen Ladung gebildet sein kann. Ein solches Folienmaterial mit Ladung kann beispielsweise aus an sich üblichen Polycarbonatfolien aufgebaut sein, die übereinandergelegt und einem Ziehvorgang unterworfen werden. Dadurch entsteht eine Verbundfolie mit Hohlräumen, und diese Hohlräume können mittels Elektronenbeschuss ionisiert werden. Die so erhaltene elektrische Ladung kann unter Raumtemperaturbedingungen über Jahre gehalten werden. Derartige geladene Folien sind an sich bereits bekannt und für den vorliegenden Zweck ebenfalls einsetzbar.

Die Elektroden 2.1, 2.2, 2.3... beziehungsweise 3.1, 3.2, 3.3... (selbstverständlich können auch mehr als die jeweils drei gezeigten Elektroden an den Kammerwänden 2, 3 angebracht werden) erhalten von einer Steuersignalquelle 7 über

entsprechende Steuerleitungen 13 beziehungsweise 14 Signale zugeführt, um so zyklisch die Membran 5 abschnittsweise zu der einen Kammerwand 2 beziehungsweise 3 hin zu ziehen beziehungsweise von der jeweils gegenüberliegenden Kammerwand 3 beziehungsweise 2 abzustößen. In Fig. 2 ist beispielsweise die Situation gezeigt, in der die

5 (hier ein negatives Potential aufweisende) Membran 5 zur ersten unteren Elektrode 3.1 an der unteren Kammerwand 3 hingezogen wird. Die weiteren oberen Elektroden 2.2 und 2.3 sind zu diesem Zeitpunkt noch positiv geladen, so dass die negative Membran 5 von ihnen angezogen wird. In der nächsten Phase wird dann das Potential der mittleren Elektroden 2.2 (von + auf -) beziehungsweise 3.2 (von - auf +) geändert, so dass der

10 Übergangsabschnitt 10 in die strichliert gezeichnete Position weiter wandert, in der die Membran 5 dann im mittleren Bereich von der unteren Elektrode 3.2 angezogen wird. Eine ähnliche Ansteuerung erfolgt in allen anderen Phasen, so dass bei entsprechenden Steuersignalen zyklisch die Membranen 5 in der beschriebenen Weise, unter Hin- und Herverschieben des Übergangsabschnitts 10 und damit unter zyklischem Ausstoßen und

15 Ansaugen von Luftvolumina an jeder Seite der Einrichtung 1, verformt wird. Auf diese Weise kann, bei entsprechenden Frequenzen der Verformung der Membran 5, wiederum der gewünschte Schall erzeugt werden. Im Fall der Ausbildung der Membran 5 als geladener Isolator (d.h. die Membran 5 hat keine Potentialverbindung) kann ein Ausnützen von elektrischen Abstoßungskräften erfolgen; in diesem Fall können auch die von der

20 Signalquelle 7 angelegten elektrischen Signale eine geringere Spannungsamplitude aufweisen.

Die vorstehend anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Einrichtungen 1 können aus nur wenigen Komponenten aufgebaut werden, wobei alle Komponenten aus integrierbaren Festkörperelementen hergestellt werden können. Die Bauweise kann

25 modulartig sein, wobei das Basiselement praktisch beliebig verkleinert werden kann. Die einzelnen Module werden je nach Leistungsbedarf parallel geschaltet, wobei der insgesamt erzeugte Schallfluss proportional zur Anzahl der Module ist. Da weiters das System nicht bei seiner Eigenresonanz betrieben wird, werden die intrinsischen Eigenschaften der Schallquelle von der akustischen Umgebung praktisch nicht beeinflusst. Im Vergleich zu

30 herkömmlichen Lautsprechersystemen, insbesondere dynamischen Lautsprechern, kann die gesamte Länge d des Luftkanals (s. Fig. 1) für das Verdrängen der Luft herangezogen werden, und es kann ein wesentlich höherer Schalldruck erzeugt werden. Insbesondere ist

das bereits vorstehend angesprochene Verhältnis von Nutzvolumen (d.h. Volumen der verdrängten Luft) zu Gesamtvolumen (Bauvolumen) um einen Faktor Zehn (10) größer als beim Stand der Technik. Der erzeugte Schallfluss ist als Funktion der Frequenz über den gesamten Frequenzbereich konstant, und es sind weiters, wie sich z.B. aus der

5 vorstehenden Erläuterung der Betriebsweise der Einrichtung 1 gemäß Fig. 2 ergibt, direkte digitale Ansteuerungssignale möglich. Ein wesentlicher Vorteil ist das bereits mehrfach erwähnte Modulprinzip, d.h. es ist ohne Leistungsverlust pro Flächeneinheit möglich, Lautsprecher aus einzelnen Modulen aufzubauen. Die Linearität des erzeugten Schalls über die Amplitude hängt schließlich praktisch nur von der Linearität der

10 Strömungsgeschwindigkeit als Funktion des Steuersignals ab; gewünschtenfalls kann hier eine elektronische Kompensation ohne weiteres vorgesehen werden.

Die Stirnseiten 15', 16' der Kammer der Einrichtungen 1 gemäß Fig. 1 oder 2 sind bevorzugt offen, d.h. sie bilden Öffnungen für die verdrängte Luft oder angesaugte Luft.

15 In Fig. 3 ist eine gegenüber Fig. 1 und 2 modifizierte Einrichtung 1 zum Erzeugen eines Mediumstroms mit einer im inaktiven Betriebszustand der Einrichtung 1 losen oder schlaffen Membran 5 veranschaulicht, wobei hier im aktiven Betriebszustand der Einrichtung 1 der Membran 5 eine laufende Welle durch entsprechende elektrische Ansteuerung mit Hilfe von noch zu erläuternden, nur teilweise angedeuteten

20 Antriebsmitteln 6 aufgezwungen wird. Die Einrichtung 1 gemäß Fig. 3 enthält dabei wiederum eine Kammer mit einer oberen Kammerwand 2 und einer dieser oberen Kammerwand 2 gegenüberliegenden unteren Kammerwand 3 (wobei sich oben und unten wiederum auf die Darstellung in der Zeichnung bezieht).

Zwischen diesen Kammerwänden 2, 3 ist die in Draufsicht wiederum an sich

25 rechteckige Membran 5 angeordnet, wobei die Membran 5 mit ihren Endbereichen 5.1 beziehungsweise 5.2 nunmehr an einer hinteren Stirnwand 15 beziehungsweise einer vorderen Stirnwand 16 jeweils ungefähr in der geometrischen Mitte zwischen den beiden Kammerwänden 2, 3 fixiert ist. Der hintere Endbereich 5.1 der Membran 5 ist dabei mit einem Antriebselement 17 ausgestattet, bevorzugt in Form eines Piezoelements, über

30 welches Antriebselement 17, ähnlich einer Anregung durch einen schwingenden Stab die Membran 5 vom hinteren Ende her zu einer Schwingung angeregt wird. Diese bevorzugte endseitige Schwingungsanregung wird kombiniert mit der Anregung einer laufenden Welle

in der Membran 5 durch wechselnde elektrische Potentiale, die an Elektroden 2.1, 2.2, 2.3... beziehungsweise 3.1, 3.2, 3.3... an den - im Übrigen wieder isolierenden - Kammerwänden 2, 3 von einer Signalquelle (ähnlich wie in Fig. 2 bei 7 dargestellt; diese Ansteuerung wurde in Fig. 3 der Einfachheit halber weggelassen) angelegt werden. Die

5 Membran 5 selbst hat beispielsweise wiederum ein negatives Potential, welches ebenfalls durch eine Steuerleitung angelegt wird, beispielsweise die strichliert in Fig. 2 gezeigte Steuerleitung 18. Alternativ dazu kann die Membran 5 wiederum von vornherein mit einer - negativen - elektrischen Ladung ausgestattet sein, so dass das Anlegen eines elektrischen Potentials nicht notwendig ist. Wohl aber ist das piezoelektrische Antriebselement 17

10 gemäß Fig. 3 an einen entsprechenden Steuerausgang der Signalquelle 7 anzuschließen, um eine Schwingungsanregung mit der gewünschten Frequenz - abgestimmt auf die Frequenz der Signale zu den Elektroden 2.1 bis 3.3 - zu bewirken.

Auch in der Ausführungsform gemäß Fig. 3 kann die Membran 5 aus einer dünnen Metallfolie im Mikrometer- oder Nanometerbereich bestehen, und sie hat eine

15 konstante Dicke. Als Metall für die Membran 5 kann beispielsweise - ähnlich wie im Fall der Fig. 1 und 2 - Aluminium verwendet werden.

Durch das gesteuerte pulsformige Anlegen der wechselnden elektrischen Potentiale an die Elektroden 2.1 usw. wird wiederum, ähnlich wie in der Ausführungsform gemäß Fig. 2, die Membran abschnittsweise von Elektroden angezogen beziehungsweise

20 abgestoßen, so dass eine Wellenform erzeugt wird, wobei nunmehr das Ansteuern jedoch derart ist, dass die wellenförmige Verformung der Membran 5 eine Wanderwelle oder laufende Welle ist, wobei eine andere Extremlage der Membran 5 in Fig. 3 mit strichlierter Linie dargestellt ist.

In der Ausführungsform gemäß Fig. 3 sind vergleichsweise hohe elektrische

25 Felder notwendig, um die laufende Welle an der Membran 5 zu erzeugen. Um mit geringeren elektrischen Spannungen das Auslangen zu finden, kann wie in Fig. 4 dargestellt die Membran 5 auch mit Piezoelement-Abschnitten hergestellt werden, d.h. die Membran 5 hat eine strukturierte Oberfläche mit voneinander getrennten piezoelektrischen Schichten, vgl. auch Fig. 5, in der ein Abschnitt einer solchen Membran 5 mit auf einer

30 Kunststoff-Trägerfolie 5' angebrachten „Piezoelementen“ 20, 21, 22 beziehungsweise 23, 24, 25 gezeigt ist. Diese piezoelektrischen Bereiche oder Piezoelemente 20 bis 25 sind über nicht näher dargestellte Kontakte und Steuerleitungen ähnlich den Steuerleitungen 13 und

14 in Fig. 2 wiederum mit einer Signalquelle, ähnlich der Signalquelle 7 in Fig. 2, verbunden, um durch Anlegen von wechselnden Potentialen mit geeigneter Phasenverschiebung eine laufende Welle in der Membran 5 anzuregen. In Fig. 4 ist dieses Prinzip mit Vorzeichen für die jeweiligen elektrischen Vorspannungen der

5 „Piezoelemente“ (die im Übrigen nicht näher veranschaulicht sind) angedeutet, wobei zu ergänzen ist, dass durch die wechselnden Potentiale eine positive beziehungsweise negative Krümmung der Piezoschichten und damit eine entsprechendes Verformen der Membran 5 herbeigeführt wird. In diesem Fall der Ausführungsform gemäß Fig. 4 kann somit die Kammer selbst, mit ihren Kammerwänden 2, 3, mit den Stirnwänden 15, 16 und mit den

10 wiederum vorhandenen, jedoch nicht näher dargestellten Seitenwänden aus einem isolierenden Material bestehen.

Es sei erwähnt, dass bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 3 und 4 Halterungen oder Montagemittel 12 für die Kammer der jeweiligen Einrichtung 1 vorhanden sind. Diese Halterungen 12 sind in Fig. 3 und 4 wiederum nur ganz schematisch

15 angedeutet und dienen weiters einer akustischen Entkopplung zwischen Vorderseite und Hinterseite.

Weiters ist in den Figuren 3 und 4 mit Pfeilen 26 beziehungsweise 26' die Laufrichtung der laufenden Welle in der Membran 5 angedeutet.

Mit einer derartigen Einrichtung wie in Fig. 3 oder 4 gezeigt, kann eine noch

20 intensivere Luftverdrängung, verglichen mit jener gemäß Fig. 1 und 2, erzielt werden, d.h. das Verhältnis von Nutzvolumen (verdrängtes Luftvolumen) zu Volumen des Bauteils ist noch größer (beispielsweise 80% oder 90% anstatt 70%), verglichen mit der Ausführungsform gemäß Fig. 1 und 2. Anders gesagt kann mit einer Einrichtung gemäß Fig. 3 oder 4 noch mehr Medium mittels der Membran 5, der die Wanderwelle aufgeprägt

25 wird, „durchgepumpt“ werden, wobei beispielsweise im Fall eines Schallerzeugers eine Wanderwelle im Ultraschallbereich erzeugt wird, hingegen ein Schallsignal im hörbaren Frequenzbereich durch das sich im Mittel ergebende, variierende Gesamt-Luftvolumen definiert wird.

Aus den Figuren 3 und 4 ist weiters ersichtlich, dass in den einander

30 gegenüberliegenden Kammerwänden 2, 3 nahe den Stirnwänden 15, 16 jeweils Öffnungen 27, 28 beziehungsweise 29, 30 für den Mediumeintritt beziehungsweise Mediumaustritt vorhanden sind, um so Medium (Luft) ansaugen und ausstoßen zu können, wenn sich die

Membran 5 entsprechend der elektromechanischen Anregung verformt. Diese Öffnungen 27, 28 beziehungsweise 29, 30 führen dazu, dass jenseits von ihnen, also zwischen ihnen und der jeweiligen benachbarten Stirnwand 15 beziehungsweise 16, Hohlräume belassen werden, die als Dämpfungs-„Kavitäten“ eine Glättung des bei der Verformung der

- 5 Membran 5 in der Art einer laufenden Welle erzeugten pulsierenden Luftstroms bewirkt wird, so dass außerhalb der Einrichtung 1 ein für die betrachteten kurzen Zeiteinheiten praktisch konstanter Luftstrom entsteht. Die Amplitude dieses Luftstroms kann durch die Geschwindigkeit der laufenden Welle, d.h. Wanderwelle, somit durch die Frequenz der Pulse, bei pulsförmiger Anregung der Wanderwelle, variiert werden, wie sich aus der Fig. 10 ergibt. Bei hohen Anregungsfrequenzen beziehungsweise schnell laufenden Wellen kann demgemäß die Amplitude des Luftstroms im Sinne einer Abstrahlung einer Schallwelle variiert werden. Abhängig von der Art der Anregung der Membran 5 besteht die Möglichkeit, dass die laufenden Wellen abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung angeregt werden, wodurch eine Wirkungsweise ähnlich jener gemäß Fig. 1 und 2 erzielt wird; bei dieser Wirkungsweise wird in vorteilhafter Weise ein konstanter Anteil der Luftströmung vermieden, so dass nur ein variierender Amplitudenanteil der Luftströmung für die Schallerzeugung gegeben ist.

- In Fig. 6 und in den zugehörigen Figuren 7, 8 und 9, in denen verschiedene Betriebsphasen gezeigt sind, ist ein Grenzfall für eine Einrichtung 1 gemäß Fig. 3 oder 4 veranschaulicht, nämlich der Fall, dass mit der Membran 5 ein einziger Wellenzug gebildet wird. Dabei wird durch die angelegten wechselnden Potentiale (entweder an Elektroden ähnlich wie in Fig. 3 gezeigt oder aber an „Piezoelementen“ an der Membran 5 selbst, wie in Fig. 4 veranschaulicht) die Membran 5 beispielsweise ausgehend von einer ungefähr sinusförmigen Wellenkonfiguration, s. Fig. 6, zyklisch verformt, wobei gemäß Fig. 7 in einer ersten Phase der in Fig. 7 linke, hintere Abschnitt der Membran 5 nach unten gezogen wird, wogegen der mittlere Abschnitt der Membran 5 nach oben gezogen wird; in weiterer Folge wird auch der vordere, gemäß der Darstellung in der Zeichnung rechte Abschnitt der Membran 5 nach oben gezogen, s. Fig. 8, so dass eine im Vergleich zu Fig. 6 gegenphasige Lage der Membran 5 erhalten wird. Im Anschluss daran wird der linke beziehungsweise hintere Abschnitt der Membran 5 wieder nach oben gezogen, wogegen der mittlere Abschnitt nach unten gezogen wird, vgl. Fig. 9, wobei diese Konfiguration der Welle 5 gemäß Fig. 9 gegenphasig zu jener gemäß Fig. 7 ist. Als nächstes wird dann wieder der

Zustand wie in Fig. 6 dargestellt erreicht. Diese Bewegung der Membran 5 reduziert sich somit im Vergleich zu einem längeren Wellenzug etwa gemäß Fig. 3 oder 4 im Wesentlichen auf eine Schwingung mit einem hohen Anteil einer zweiten Harmonischen mit einer fixen Phasenbeziehung zueinander.

5 Bei den Einrichtungen gemäß Fig. 3 bis 9 ist ebenfalls nur eine geringe Anzahl von Bauteilen notwendig, und ebenso ist es von Vorteil, dass auch hier alle Komponenten aus integrierbaren Festkörperelementen hergestellt werden können. Ebenso ist eine mehr oder weniger beliebige Miniaturisierung möglich, ebenso wie eine Modulbauweise, wobei der Schallfluss insgesamt proportional zur Anzahl der einzelnen Module ist.

10 Weiters ist im Fall des Erzeugens eines Mediumstroms immer in einer Richtung, etwa von links nach rechts, gemäß den Pfeilen 26 beziehungsweise 26' in Fig. 3 und 4, eine gleichmäßige Strömung realisierbar, so dass im Fall eines Lautsprechers die untere Grenzfrequenz 0 Hz beträgt. Andererseits kann diese Wirkungsweise zur Realisierung einer Mediumpumpe verwendet werden, welche außerordentlich schnell und
15 genau justierbar und dosierbar ist, und welche sich insbesondere zum Transport von Luft oder allgemein Gas, im Prinzip aber auch von flüssigen Medien, eignet. Auch hier sind wiederum digitale Ansteuerungssignale möglich, und die Linearität über die Amplitude (wenig Oberwellen) hängt praktisch nur von der Linearität der Strömungsgeschwindigkeit als Funktion des Steuersignals ab, wobei gegebenenfalls, falls gewünscht, eine
20 elektronische Kompensation vorgesehen werden kann. Vom Prinzip her ist ebenfalls der generierte Schallfluss der Schallquelle als Funktion der Frequenz über den gesamten Frequenzbereich konstant, und es ist möglich, ohne Leistungsverlust pro Flächeneinheit einen Lautsprecher aus einzelnen Modulen aufzubauen.

Die piezoelektrische Membran etwa gemäß Fig. 4 kann auch in der Weise
25 vorgesehen werden, dass ein übliches PZT-Material mit einer sehr geringen Dicke (bis 1 μm) erzeugt wird, welches entweder auf eine Trägerfolie aufgebracht wird oder aber direkt als Membran, unter Isolierung einzelner Abschnitte der Membran, herangezogen werden kann.

In Fig. 10 ist in einem schematischen Diagramm veranschaulicht, wie eine
30 Verformung und somit eine laufende Welle in einer Membran, wie die Membran 5 gemäß der Figuren 1 bis 9, mit Hilfe von vergleichsweise kurzen, in der Pulsrate variierenden Pulsen 31 erzeugt werden kann. Mit diesen Pulsen 31 wird die Membran verformt, so dass

beispielsweise ein Luftvolumen abwechselnd hin und her gehend verdrängt wird, so dass sich ein Schallsignal 32 mit gegenüber der Pulsrate niedrigerer Frequenz ergibt. Im Vergleich zu diesem Schallsignal 32 im hörbaren Frequenzbereich haben die Pulse 31 eine Ultraschallfrequenz.

- 5 Um derartige Pulse 31 beziehungsweise allgemein ein Steuersignal zu erzeugen, wird gemäß Fig. 11 ein Spannungs/Frequenz-Wandler 33 eingesetzt, an dessen Eingang ein von einem nicht gezeigten Verstärker oder dergl. Nutzsignalschaltung herrührendes elektrisches Signal zugeführt wird, dass das gewünschte Schallsignal (oder aber gegebenenfalls ein Steuersignal für die Dosierung von zu transportierenden
- 10 Mediumvolumina) widerspiegelt. An den Spannungs/Frequenz-Wandler 33 ist eine Elektrodensteuerungseinheit 35 mit einem Pulsformer und mit einem Schieberegister angeschlossen, die sodann die Membran 5 oder allgemein die Einrichtung 1 ansteuert beziehungsweise anregt.

- Es sei erwähnt, dass die Darstellungen in den Zeichnungen, was die
- 15 Verformungen der Membran 5, insbesondere deren Krümmungen betrifft, nur schematisch und etwas übertrieben sind; in der Praxis werden die Membranen 5 kleinere Krümmungen und Auslenkungen erfahren, d.h. das Verhältnis von Höhe zu Länge wird kleiner sein.

Patentansprüche:

1. Einrichtung (1) zum Erzeugen eines Mediumstroms, welche Einrichtung
(1) eine Kammer (4) aufweist, welche Kammer (4) einander gegenüberliegende
Kammerwände (2, 3) und zumindest eine Mediumöffnung (15', 16', 27, 28, 29, 30) für den
5 Mediumstrom (8) aufweist und mit einem Membranmittel (5) ausgerüstet ist, welches
Membranmittel (5) zum Erzeugen des Mediumstroms (8) vorgesehen und ausgebildet ist
und welches Membranmittel (5) in einem inaktiven Betriebszustand der Einrichtung (1) im
Wesentlichen ungespannt in der Kammer (4) zwischen den Kammerwänden (2, 3)
angeordnet ist und welchem Membranmittel (5) auf elektrische Antriebssignale
10 ansprechende Antriebsmittel (6) zum Antreiben des Membranmittels (5) unter dessen
Verformung zugeordnet sind, wobei die Antriebsmittel (6) dazu eingerichtet sind, dem
Membranmittel (5) in einem aktivem Betriebszustand der Einrichtung (1) eine Verformung
aufzuzwingen, bei welcher Verformung die Membranmittel (5) eine innere mechanische
Spannung aufweisen.
- 15 2. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die Antriebsmittel (6) an den
einander gegenüberliegenden Kammerwänden (2, 3) angeordnete Elektroden (2.1, 2.2...3.3)
aufweisen.
3. Einrichtung (1) nach Anspruch 2, bei der das Membranmittel (5) eine
Metallfolie aufweist.
- 20 4. Einrichtung (1) nach Anspruch 2, bei der das Membranmittel (5) eine Folie
aus einem Dielektrikum aufweist.
5. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der das Membranmittel (5)
zumindest teilweise aus piezoelektrischem Material besteht.
- 25 6. Einrichtung (1) nach Anspruch 5, bei der das Membranmittel (5) eine
Elektrode umfasst.
7. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der das Membranmittel (5) zwei
voneinander in Abstand vorgesehene Endbereiche (5.1, 5.2) aufweist, welche Endbereiche
(5.1, 5.2) in der Kammer (4) fixiert sind.
- 30 8. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die Antriebsmittel (6) ein
elektromechanisches Antriebselement (17) enthalten und das Membranmittel (5) einen
Endabschnitt (5.1) aufweist, der mit dem elektromechanischen Antriebselement (17)
verbunden ist.

9. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die Kammer (4) im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet ist und zwei einander gegenüberliegende Stirnwände (15, 16) aufweist.

10. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die Kammer (4) mindestens zwei mit Abstand voneinander vorgesehene Mediumöffnungen (27, 28, 29, 30) aufweist.

11. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der das Membranmittel (5) eine zumindest im Wesentlichen konstante Dicke aufweist.

12. Einrichtung (1) nach Anspruch 9, bei der das Membranmittel (5) mit zwei gegenüberliegenden Endabschnitten (5.1, 5.2) an den Stirnwänden (15, 16) der im Wesentlichen quaderförmigen Kammer (4) befestigt ist.

13. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei der die Antriebsmittel (6) dazu eingerichtet sind, eine Verformung mit wenigstens einer vorgebbaren Frequenz aufzuzwingen.

14. Einrichtung (1) nach Anspruch 12, bei der die Antriebsmittel (6) dazu eingerichtet sind, dem Membranmittel (5) eine zyklische Verformung in Form einer laufenden Welle aufzuzwingen.

15. Einrichtung (1) nach Anspruch 9, bei der das Membranmittel (5) mit einem Endbereich (5.1) nahe einer Stirnseite der quaderförmigen Kammer (4) an der einen Kammerwand (3) der gegenüberliegenden Kammerwände (2, 3) und mit einem gegenüberliegenden Endbereich (5.2) nahe der gegenüberliegenden Stirnseite der Kammer (4) an der anderen Kammerwand (2) der gegenüberliegenden Kammerwände (2, 3) befestigt ist.

16. Einrichtung (1) nach Anspruch 15, bei der das Membranmittel (5) einen sich im Betrieb im Wesentlichen rechtwinkelig zu den einander gegenüberliegenden Kammerwänden (2, 3) erstreckenden Übergangsabschnitt (10) aufweist.

17. Einrichtung (1) nach Anspruch 15, bei der an beiden Stirnseiten der Kammer (4) Mediumöffnungen (15', 16') vorgesehen sind.

18. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, bei welcher Einrichtung (1) der Mediumstrom (8) ein Strom eines gasförmigen Mediums ist.

19. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, welche zum Erzeugen von Schall mit Hilfe des erzeugten Mediumstroms vorgesehen ist.

20. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, welche als Pumpeneinrichtung für den

Mediumstrom vorgesehen ist.

21. Einrichtung (1) nach einem der bisherigen Ansprüche, wobei bei der Einrichtung (1) eine Anzahl an Kammern (4) vorgesehen, welche Kammern (4) in einer Einheit angeordnet sind.

5 22. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Membranmittel (5) und/oder die Kammerwände (2, 3) eine Isolationsschicht (11) aufweisen.

23. Einrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei das Membranmittel (5) und/oder die Kammerwände (2, 3) eine strukturierte Oberfläche aufweisen.

ZusammenfassungEinrichtung zum Erzeugen eines Mediumstroms

- 5 Einrichtung (1) zum Erzeugen eines Mediumstroms, mit einer Kammer (4),
welche Kammer (4) einander gegenüberliegende Kammerwände (2, 3) und zumindest eine
Mediumöffnung (27, 28, 29, 30) für den Mediumstrom aufweist, welcher Mediumstrom in
der Kammer (4) mit Hilfe einer Membran (5) erzeugbar ist, welche Membran (5) in einem
inaktiven Betriebszustand der Einrichtung (1) im Wesentlichen ungespannt in der Kammer
10 (4) zwischen den einander gegenüberliegenden Kammerwänden (2, 3) angeordnet ist, und
welcher Membran (5) auf elektrische Antriebssignale ansprechende Antriebseinrichtung (6)
zum Antreiben der Membran unter dessen Verformung zugeordnet ist, wobei die
Antriebseinrichtung (6) dazu eingerichtet ist, der Membran (5) in einen aktiven
Betriebszustand der Einrichtung (1) eine Verformung aufzuzwingen, bei welcher
15 Verformung die Membran eine innere mechanische Spannung aufweist.

(Figur 1)

1/4

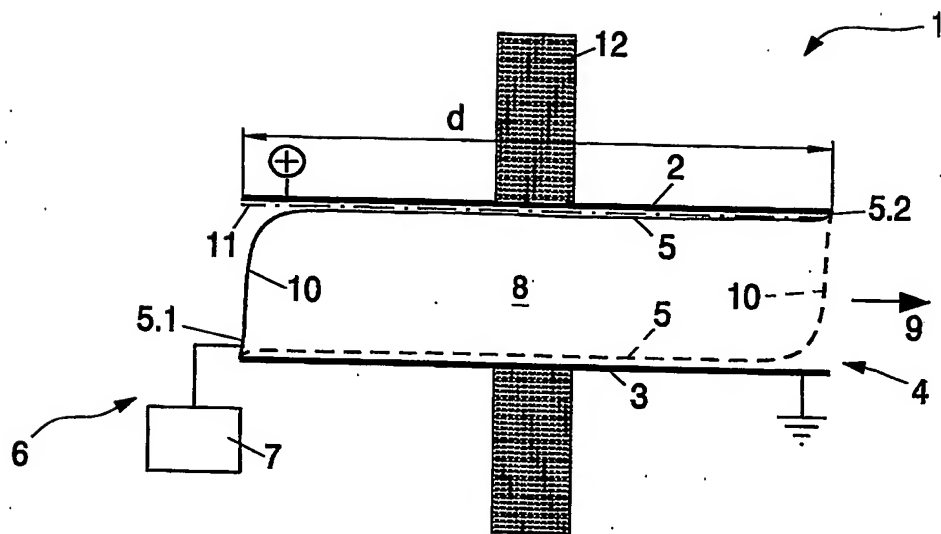


Fig.1

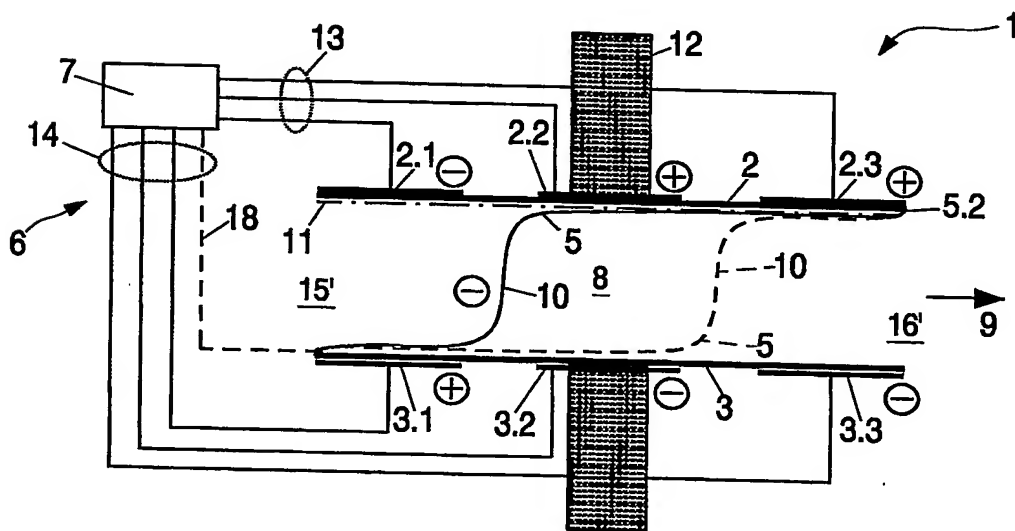
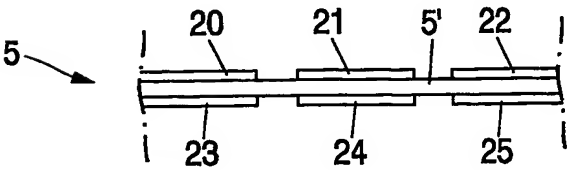
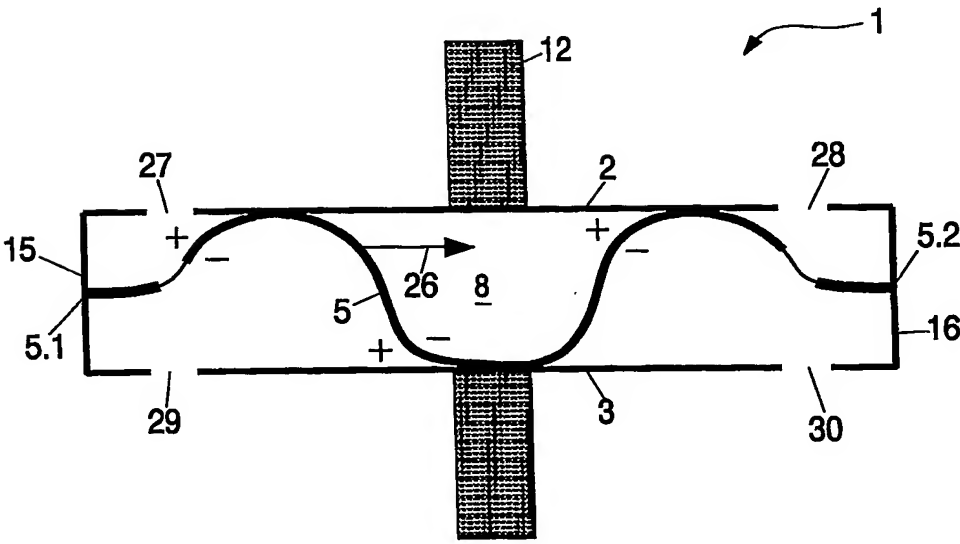
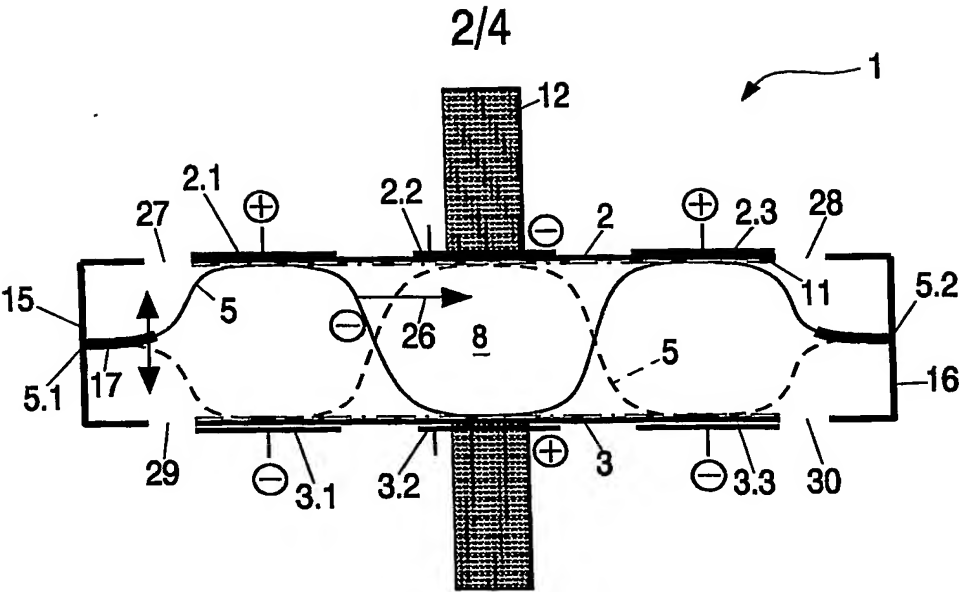


Fig.2



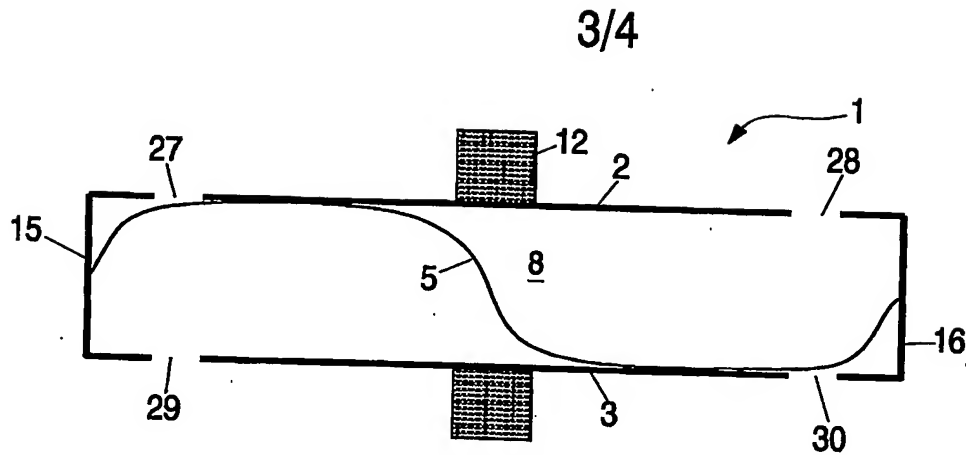


Fig. 6

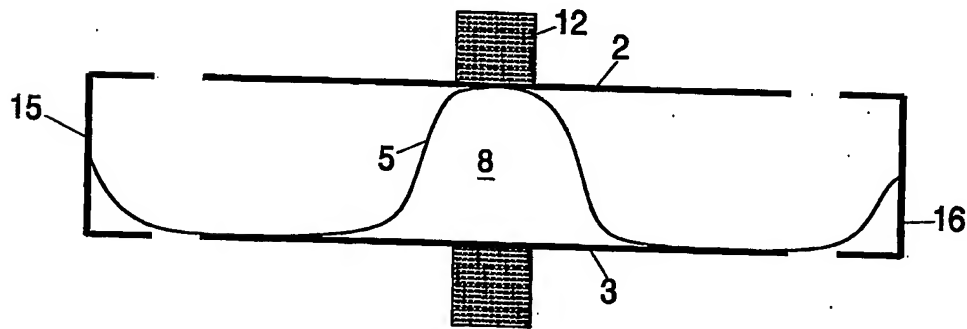


Fig. 7

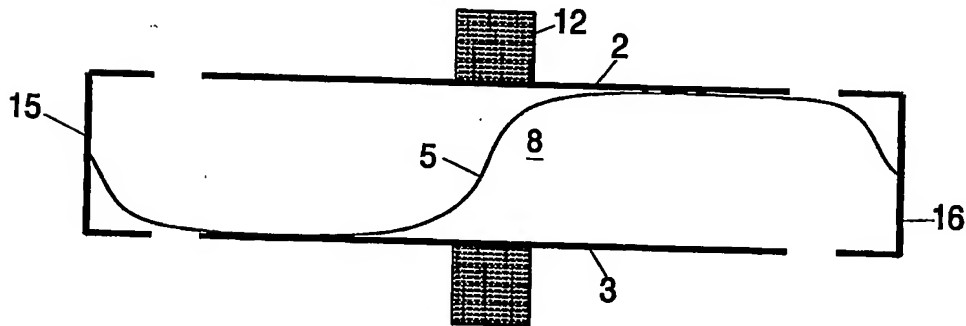


Fig. 8

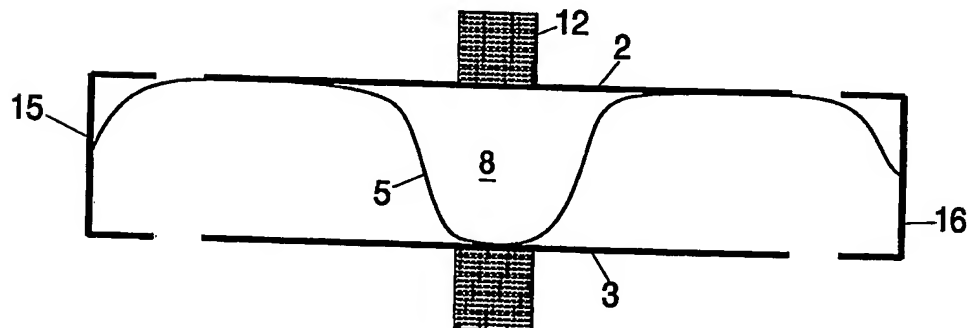


Fig. 9

4/4

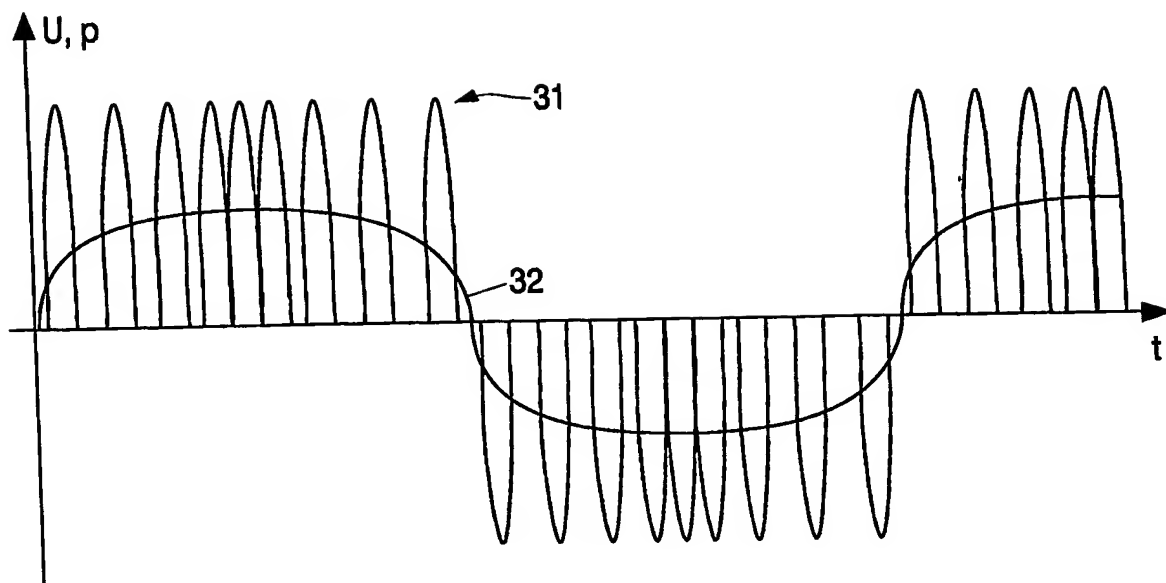


Fig.10

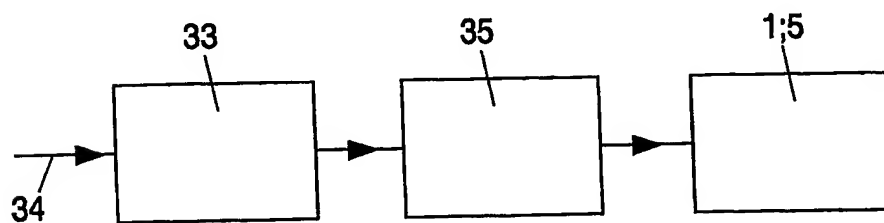


Fig.11